

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Návrh dalšího postupu na ložisku bentonitu Liběšice - Studie

The Studies of mining prosecuted on Liběšice bentonite depozite - Study

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Milan Mikoláš, Ph. D.

Datum zadání:

31. 10. 2008

Datum odevzdání:

30. 04. 2009

OSTRAVA 2009

Milan Popelka

1. ÚVOD

Předkládaná práce navrhuje způsob otvírky a dobývání bentonitového ložiska Liběšice, pro slévárenské účely a pro výrobu steliv, pomocí povrchového lomu. Po ukončení hornické činnosti bude území ložiska zemědělsky a lesnický rekultivováno.

Ložisko bentonitu Liběšice, situované mezi Mostem a Bílinou v Ústeckém kraji, bylo objeveno v roce 1957. V roce 1990 byl proveden nový výpočet zásob bentonitu, který kvalitativně přehodnotil starší výpočty zásob a ze kterého předkládaná studie kvalitativně vychází.

Zdejší bentonit je nepřemístěná jílovitá hornina s velkou sorpční schopností, vysokou hodnotou výměny kationtů, bobtnáním, plastičností, viskozitou, adsorpcí a vazností. Nositelem těchto vyjimečných vlastností je v bentonitu obsažený jílový minerál montmorillonit.

Bentonit vznikl při procesu autometamorfozy z původních terciérních vulkanogenních a především pyroklastických hornin reprezentovaných efuzívy – bazaltem, bazanitem a pyroklastiky - tufy, tufity, aglomeráty a brekciemi. Všechny tyto horniny představují na ložisku výplň tělesa diatrémy.

Bentonit bude těžen povrchově. Nejprve jámovým lomem, později, po změně úložních a příkryvných podmínek, zhruba v polovině své životnosti, bude těžen lomem stěnovým. Zároveň bude zprovozněna vnější výsypka, kde bude ukládána skývka a výklizové hmoty z lomu těžené souběžně s bentonitem. Po ukončení hornické činnosti budou prostory lomu a vnější výsypky rekultivovány zemědělsky a lesnický, čímž dojde k obnovení původní hospodářské a krajinné funkce dotčeného území.

Úprava bentonitu bude prováděna v úpravně Obrnice. Úprava surového bentonitu se provádí sušením, mletím a především chemickou pravou zvanou aktivace. Úpravou bentonitu budou získány mleté aktivované i neaktivované bentonity pro slévárství, které budou používány, jako jílové pojivo slévárenského křemenného písku při přípravě slévárenských forem. Dále bude část těženého bentonitu upravována sušením a tříděním na granulometricky řízená steliva určená pro chov drobných domácích zvířat. Steliva se používají jako hygienická toaleta při chovu zvířectva a pro ekologickou likvidaci jejich exkrementů. Úpravna bentonitu se nachází u tratě České dráhy, a. s. Ústí n. L. – Most, se kterou sousedí, asi 2 km od obce České Zlatníky a 2km od obce Obrnice na katastrálním území Obrnice. Vzdálenost po silnici mezi ložiskem bentonitu Liběšice a úpravnou Obrnice je zhruba 8 km.

2. GEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA LOŽISKA BENTONITU

Zkoumané území leží Ústeckém kraji, v bývalém okrese Most a Teplice, na katastru obcí Liběšice u Želenic a Chouče. Oblast je zobrazena na listu mapy 1 : 50 000 – Bílina – 02-34, na listu mapy 1 : 25 000 M-33-52-3-c (Bílina). Vlastní ložisko o rozloze zhruba 300 x 400 m leží asi 1 km jižně obce Liběšice na svazích kóty 319,9 m, zvané Liščí vrch (Fuchsberg). Návrší přechází směrem k jihu v mírně zvlněnou rovinu. Severní, západní a východní svahy kóty jsou příkré. Nadmořská výška terénu se na ložisku pohybuje mezi 250 – 319,9m n. m., Povrch je z menší části kryt pastvinami. Vyšší polohy jsou pokryty křovinami, místy vzrostlými listnatými stromy. Komunikačně je území ložiska bentonitu spojeno neudržovanou a dnes již nepoužitelnou polní cestou se silnicí III. třídy Liběšice – Svinčice. Ta navazuje severně od obce Liběšice na silnici I. třídy Most – Teplice. V blízkém sousedství silnice I. třídy vede také železniční trať Most – Bílina – Teplice a teče řeka Bělá.

Zájmová oblast náleží ke klimaticky málo vyhraněné oblasti s mírným létem a mírnou zimou. Průměrná roční teplota oblasti Mostecká a Bílinska je 8,2 °C, průměrná letní teplota je okolo 18 °C. Průměrné teploty během vegetačního období jsou 13 – 14 °C. Nejchladnějším měsícem roku je leden s průměrnou teplotou -1 °C. Dlouhodobí srážkový průměr je v oblasti povodí řeky Bíliny zhruba 500 mm za rok (stanice Most 486 mm, stanice Bílina 516 mm). Nejvlhčím měsícem v roce bývá červenec, kdy je dlouhodobě zjištěno 70 – 80 mm spadlých srážek. Nejsušším měsícem v roce je únor. Příznačné jsou jarní a podzimní mlhy. Větrné poměry jsou následující. Severozápadní proudění – 14 %; západní proudění – 13 %; jihozápadní proudění – 14 %.

3. GEOLOGICKÉ A TEKTONICKÉ POMĚRY NA LOŽISKU BENTONITU

3.1. Dosavadní prozkoumanost území ložiska bentonitu

V roce 1924 bylo území geologicky zmapováno J. E. Hibschem do měřítko 1 : 25 000. Toto základní geologické mapování je z větší části používáno dodnes. V oblasti ložiska byly v roce 1990 Hibschovo mapy reambulovány podle výsledků provedeného geologického průzkumu.

Výskyt bentonitové suroviny byl na ložisku zjištěn při průzkumu amorfních (dinasových) křemenců v roce 1957. Bylo tehdy zjištěno, že bentonity odpovídají svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi tehdy těženému braňanskému bentonitu. Došlo proto k novému technologickému a kvalitativnímu ověřování liběšického bentonitu. Další etapy průzkumu ložiska bentonitu proběhly v letech 1967, 1975-1977 a 1989-1990. V roce 1990 byla vydána Závěrečná zpráva, která shrnuje všechny zjištěné poznatky o ložisku a byl též proveden výpočet zásob bentonitu. Bylo zjištěno, že se na ložisku nachází 2 993 kt bentonitu.

Pro ložisko bentonitu bylo v roce 1989 stanoveno Chráněné ložiskové území Liběšice. Dobývací prostor na ložisku bentonitu dosud stanoven nebyl. Ložisko leží v chráněné krajinné oblasti České středohoří.

3.2. Geologie okolí ložiska

Popisované území leží při rozhraní Českého středohoří a Mostecké pánve. Vlastní ložisko leží na severních svazích Českého středohoří, které je tvořeno terciárními vulkanickými a pyroklastickými horninami, stratigraficky řazené mezi horniny střezovského souvrství.

Počátky terciárního vulkanismu v okolí ložiska jsou reprezentovány efuzemi hornin čedičového typu a jejich pyroklastikami. V mladších fázích vulkanismu dochází k dalším výlevům bazaltoidních derivátů tvořících poměrně rozsáhlé příkrovy, střídající se s efuzemi pyroklastik. Nejmladšími výlevnými horninami jsou tefrity, trachyty a fonolity, které představují závěr střezovského souvrství. Známé jsou čedičové a znělcové kupy, které se vyskytují v blízkém okolí ložiska – vrchy Bořeň, Železnický Vrch, Zlatník.

V podloží vulkanických a pyroklastických hornin je místy nepravidelně vyvinuta lavice amorfních křemenců pravděpodobně terciárního stáří, vzniklých klimatickým větráním ve starším terciéru, které se na Mostecku dříve hojně dobývaly v četných lůmcích. Při jejich průzkumu bylo v nadloží křemencové lavice objeveno dnešní ložisko bentonitu Liběšice.

Všechny terciární horniny leží na horninách svrchní křídly, které jsou zde uloženy ve slínitém vývoji, jejichž stáří odpovídá střednímu až svrchnímu turonu a coniakmu jsou zastoupené slíny a slínovci, méně jílovými vápenci.

V podloží svrchnokřídových hornin se předpokládá výskyt nejstarší stratigrafické jednotky, která je na tomto území zastoupena tzv. bílinským krystalinikem, tvořeným komplexem hybridních biotitických ortorul, které většinou bývají postižené různým stupněm kaolinizace. Tyto horniny nebyly na ložisku zachyceny žádným důlním dílem, jelikož průzkumné vrty nikde neprošly přes celou mocnost svrchnokřídových hornin do jejich podloží. Bílinské krystalinikum je známo pouze z přirozeného výchozu nacházejícího se v údolí řeky Bělé mezi Liběšicemi a Bílinou - Kyselkou ve vzdálenosti cca 3 km severně od ložiska bentonitu.

Mladší nadložní spodnomiocéní jezerní a jezerně deltové sedimenty Mostecké pánve jsou v blízkém okolí ložiska známy pouze z několika plošně nevýznamných výskytů, nacházejících se poblíž obce Svinčice asi 1 km jižně od ložiska bentonitu. Jde o malé denudační zbytky představované především slabými polohami jílu a uhelných jílu spolu s vypálenými jíly – porcelanitů. Ke vzniku porcelanitu došlo vypálením nadložních jílu při podzemních požárech uhelné sloje v jejích výchozových částech. Tyto horniny kdysi tvořily jeden celek s podobnými horninami, dnes zachovalými v prostoru Mostecké pánve,

ale po výrazné denudaci na přelomu terciér – kvartér došlo k jejich téměř úplnému odnosu. Na ložisku bentonitu proto tyto sedimenty nebyly nikde průzkumnými pracemi, ani geologickým mapováním zastíženy.

Z kvartérních sedimentů jsou v okolí ložiska zastoupeny spraše, sprašové hlíny a především zejména deluviální sedimenty představované svahovými hlínami a sutěmi. Ojedinele se vyskytují i zbytky zahliněných teras starého vodního toku označovaného jako Praohře, kde převládají zahliněné štěrkopísky, místy i štěrky. Dále se vyskytují svahové a jílovité hlíny. Nejvýše se vyskytují hlíny a ornice.

V průběhu kvartéru a pravděpodobně už i v závěru mladšího terciéru, je pro Mostecko příznačná silná denudace a odnos dříve uloženého materiálu, která výrazně ovlivnila dnešní podobu ložiska a jeho širšího okolí.

Z tektonických linií probíhá severním směrem od ložiska bentonitu tzv. Bílinský zlom, který zde odděluje jižní kru, představovanou severními svahy Českého středohoří od severní kry – tvořící zde jižní hranici Mostecké pánve, kde v nadloží terciérních vulkanických a pyroklastických hornin leží horniny jezerního a jezerně - deltového původu, označované jako mostecké souvrství, tvořeného jíly, písky, pískovci a mohutnou hnědouhelnou slojí o mocnosti až 35 m, která je na Bílinsku těžena již více jak 150 let. Výška skoku Bílinského zlomu v oblasti styku Českého středohoří a Mostecké pánve dosahuje, podle nadmořské výšky hlavy svrchnokřídových hornin, navrtané průzkumnými vrtty, až 100 m. V geologické mapě ložiska je severně a východně od obce Liběšice, cca 1,5 km severně od ložiska bentonitu, vymapován zlom, kde je v poklesu jižní kra. Výška skoku není uvedena.

3.3. Geologická stavba ložiska

Ložisko bentonitu je terciérního stáří, stratigraficky je řazeno mezi horniny I. neovulkanické fáze, které jsou v prostoru severozápadních Čech součástí střešovského souvrství. Zdejší ložisko bentonitu má velice složitou stavbu, výrazný a proměnlivý obsah škodlivin a vysokou technologickou variabilitu suroviny.

Ložisko je tvořeno hlavně zjílovělými, bentonitizovanými i nebentonitizovanými vulkanickými a pyroklastickými horninami, které vyplňují diatrému, tedy kráter sopky, která proráží okolní svrchnokřídové sedimenty.

Petrograficky jsou na ložisku z převažujících pyroklastik přítomné tufy, tufity, tufogenní jíly, vulkanické brekcie, dále sedimenty typu maaru a místy chaotických komínových brekcií. Jsou zde přítomny též masivní vyvřeliny čedičového a v některých případech i znělcového typu. Místy se zde hojně vyskytují obrovské xenolity, úlomků a bloky vytržených podložních starotřetihorních amorfních křemenců, jíků, slínů, jílových vápenců

a někde i čerstvých a kaolinizovaných rul z podložního krystalinika, jejichž vzájemné úložné poměry a prostorové rozložení jsou nesmírně složité a nelze je detailně objasnit sebehustší sítí průzkumných vrtů. To se týká především předpokládaných mohutných bloků křídových hornin zakleslých do diatrémy, vzniklých v době prvních stádií vzniku diatrémy a dále obrovských xenolitů křemenců a slínů vyskytujících se v tufech, které pocházejících z mladších stádií diatrémy a které byly roztrhány dalšími, ještě mladšími erupcemi. Rovněž pozdější průniky masivních vyvřelin a vulkanických brekcií z posledních a nejmladších stádií vývoje diatrémy ještě více komplikují vnitřní stavbu ložiska.

Ložisko bentonitu má výrazně proměnlivý a někde velmi vysoký obsah škodlivin, které zapříčiňují jeho vysokou technologickou variabilitu. Petrografický charakter bentonitizovaných tufů je velmi rozmanitý. Někde jsou tufy tvořeny téměř výhradně vulkanickým materiálem, jinde je naopak zase vulkanický materiál v menšině a převažují xenolity a bloky křídových hornin nebo nepravidelných kusů čediče. Ve většině tufů, ale převažuje výrazně pyroklastický materiál a ostatní materiál je přítomen v podřízeném množství (od několika jednotek % do zhruba asi 15 – 30 % z celkového objemu).

Nevulkanický xenogenní materiál v tufech je tvořen především slíný a slínovci, dále jsou zastoupeny i drobné úlomky slabě kaolinizovaných a čerstvých rul. U některých větších xenolitů slínů jsou okraje výrazně rezavé a vnitřky bývají tvořeny neporušeným slínem. Naopak místy jsou malé xenolity o velikosti do 70 mm uvnitř opalizované a povrch mívají jakoby rozbrázděný, korodovaný. Byly zjištěny i vypálené xenolity křídových hornin s velmi pevnou obrubou rezavě hnědou či rudou. Místy jsou xenolity tvořeny i jílovitými vápenci (pravděpodobně svrchnoturonského nebo coniackého stáří), které bývají někdy sideritizované. Xenolity křemenců mívají v některých případech kaolinizované obruby. Úlomky rul nepřesahují v tufech většinou velikost 100 mm. Jde o ruly biotiticko-muskovitické, čerstvé i kaolinizované. Při větším nahromadění těchto hornin v tufech a tufitech je bentonit již nepoužitelný pro průmyslové zpracování. Takové polohy nebo úseky hornin jsou na ložisku považovány za výkliz

Masivní vyvřeliny čedičového typu tvoří poměrně značnou část doprovodných hornin na ložisku bentonitu. Podle jejich geologické pozice tvoří buď klastické složky tufů a brekcií nebo to mohou být i žilné proniky do klastického materiálu diatrémy. Méně často tvoří menší samostatné příkrovy. Čediče jsou buď pevné, nezvětralé nebo se vyskytují v různém stupni zvětrávání a rozložení až po čediče zcela jílovitě zvětralé, které někdy technologicky odpovídají méně kvalitním, převážně neaktivovatelným bentonitům.

Čedičové vyvřeliny na lokalitě jsou různého charakteru. Makroskopicky lze dobře rozlišit čedičovou horninu, výrazně vyrostlicovou – pikritického typu a horninu nevyrostlicového slohu. Petrograficky pak byly určeny tyto typy čedičových vyvřelin: bazanitoidní analcimit, filipsitový bazanit, analcimo-kalcitový bazanit. Při podrobné etapě průzkumu byly určeny

těž analcimo-nefelínový bazanit, nefelíno - analcimový bazanit, zpěněný bazanit a analcimový bazanit. Ojedinele byly zjištěny i fonolity, které na území ložiska uzavírají vývoj terciéru.

Mladší terciérní limnické usazeniny známé ze sousední Mostecké pánve nebyly na ložisku bentonitu nikde zastíženy.

V podloží ložiska jsou vyvinuty svrcnokřídové slíny a slínovce.

Kvartérní horniny jsou zastoupeny nerovnoměrně, mají rozmanitý petrografický charakter, ale vždy jeví úzký vztah k místním terciérním a křídovým horninám. Na Z, S a SV lemuje úpatí kopce (Liščí Vrch) a jejich mocnost zde místy dosahuje až 5 m. Jsou tvořeny jílovitými hlínami a zahliněnými, slabě písčitými jíly.

Kvartérní sedimenty v JV části ložiska jsou představovány především sutěmi či reziduálními zbytky úlomků pevných hornin (čedič, křemence, vypálené jíly či slíny) vyvětralých z podložních balvanitých nebentonitizovaných tufů.

Na ostatním území ložiska jsou kvartérní sedimenty zastoupeny jílovitými hlínami, hlínami a ornici malé mocnosti.

3.3.1. Popis tělesa bentonitu

Vlastní ložisko bentonitu je představováno zjílovělými a bentonitizovanými vulkanickými a pyroklastickými horninami, které představují výplň diatrémy. Ložisko tvoří na povrchu terénu nepravidelně oválný tvar, protažený k jihozápadu a směrem do hloubky se nálevkovitě zúžuje. Na ložisku bylo zjištěno několik vývojových stupňů maarů a diatrém. V počátečním stádiu diatrémy došlo k explozi k vytvoření tufového prstence kolem hluboké kráterové prohloubeniny. Prudké stěny kráteru se časem zřítily, sesedly a došlo k vytvoření maarové prohloubeniny s mírnějšími stěnami, kde se později ukládaly maarové sedimenty. Předpokládá se, že první maarové uloženiny mohly být subaerické povahy. Šlo vlastně o sesutí a zřícení stěn kráteru (čili tufy a ujeté bloky zjílovělých efuziv, případně křídových sedimentů ze stěn kráteru). Zároveň se nejspíše uplatňoval i přívalový snos materiálu do hlubších míst maaru. Je však pravděpodobnější, že hned po vzniku kráterové prohloubeniny došlo k jejímu zaplnění vodou a že tedy převážná většina maarových sedimentů je subakvatická. Nepochybně subakvatické jsou pozdní jemnozrnné maarové sedimenty, které vykazují zřetelnou utříděnost zrna a vrstevnatost. V hlubinné části diatrémy došlo k intruzi čedičové horniny.

V dalším vývoji diatrémy pak docházelo k novým erupcím, které prorážely intruze masivních vyvřelin i starší maarové sedimenty a dávaly vzniknout novým maarovým prohloubeninám a novým maarovým usazeninám. Postupem času docházelo také

k častějším intruzím a snad i fúzím masívních čedičových vyvřelin. Tato činnost se pravděpodobně několikrát opakovala, o čemž svědčí zmatená geologická stavba ložiska, útržky všech možných hornin v tufech (čedičové masívní vyvřeliny, fonolitové vyvřeliny, útržky výrazně sedimentárních hornin – maarové usazeniny, přítomnost chaotických komínových brekcí). Rovněž je pravděpodobné, že v různých částech areálu vulkánu docházelo k rozdílným procesům a tím i k výskytu zcela odlišných hornin.

3.3.2. Geneze ložisek bentonitu

Názory na genezi bentonitů nejsou dosud zdaleka jednotné. Bentonit nereprezentuje jeden horninový druh, ale jde o nerostnou surovinu převážně obsahující jílové minerály ze skupiny smektitu. V případě severočeských bentonitů jde téměř vždy o montmorillonit, výjimečně o směs montmorillonit – beidelit nebo montmorillonit - nontronit. Všechna známá a průmyslově těžená bentonitová ložiska na severozápadních Čech je přímo či nepřímo spjata s terciérním vulkanismem. U bentonitů z Mostecka se uvažuje, že vznikly z efuzív a jejich pyroklastik autohydrotermální přeměnou vulkanického materiálu ve vodním nebo alespoň vlhkém, slabě alkalizovaném a temperovaném prostředí.

Uvažuje se také, že některá ložiska bentonitu, hlavně jejich povrchové části, podlely mechanickému a chemickému zvětrávání během subtropického klimatu ve starším terciéru, kdy vulkanické a pyroklastické horniny postupně zvětrávaly až na jílovou hmotu. Takto vzniklý bentonit je většinou neaktivovatelný a obsahuje z jílových minerálů především montmorillonit ze skupiny smektitu a v malém množství bývá přítomen i kaolinit ze skupiny kaolinitu a větší množství ne zcela zvětralých zbytků zvětralých původních hornin.

4. POUŽITÍ BENTONITU V PRAXI

4.1. Mineralogickotechnologická charakteristika bentonitu

Za bentonit se na ložisku Liběšice považují takové jílové zeminy, jejichž podstatnou součástí je jílový minerál montmorillonit, který je nositelem všech charakteristických vlastností bentonitu. Montmorillonit je jedním z jílových minerálů ze skupiny smektitu, která je řazena mezi fylosilikáty. Kromě montmorillonitu bentonit obsahuje v podřadném množství i další jílové minerály - kaolinit, illit, chlorit, glaukonit. Z klastik je přítomen křemen, anatas, živce, nerozložené vulkanické sklo, kalcit, siderit, geothit, limonit, biotit, augit, muskovit, organika. Dále se zde vyskytují xenolity, úlomky a bloky slínu, jílového vápence, jílu, maarových sedimentů, amorfního křemence, kaolinizované i čerstvé ruly, pevné nerozložené čediče nebo čediče v různém stavu navětrání až rozložení, které

nepodlehly bentonitizaci a znělce. Tyto minerály a horniny představují v bentonitu škodliviny, které výrazně snižují jeho kvalitu. Jejich zastoupení je v různých partiích ložiska různé, vždy však značně nepravidelné. Místy dosahují škodliviny až 30% objemu v bentonitu. Takové polohy se vyznačují nízkými až nebilančními hodnotami sorpce a vaznosti bentonitu a bude nutné je při těžbě selektivně vyklízet jako balast.

Při sledování suroviny podle barvy patrné, že modrozelené bentonity leží při bázi ložiska, avšak v některých úsecích ložiska nejsou vyvinuty. Tyto bentonity jsou vhodné pro výrobu bentonitových steliv. Výše v bentonitovém profilu ložiska jsou pak uloženy žlutozelené a žlutohnědé bentonity pro slévárenství. Při povrchu ložiska se někdy objevují také hnědé či narudlé bentonity, které však již dnes, vzhledem ke své nízké kvalitě, neodpovídají žádné vyráběné známce upravovaného bentonitu a považují se na ložisku za výkliz.

Popisované zbarvení bentonitů souvisí se zvětrávacími pochody a nezávisí na genetickém typu původní horniny. Modrozelené bentonity, uložené hlouběji pod povrchem, jsou pod vlivem redukčního prostředí a velmi často se v nich vyskytují karbonáty, zejména kalcit, méně siderit. Někdy bývají spodní partie bentonitu modrých barev tak prosyceny a druhotně zpevněny kalcitem, že jsou jako surovina pro výrobu steliv nepoužitelné. Tyto modré bentonity po několikátýdenním působení vzdušného kyslíku mění barvu na žlutozelenou či zelenoužlutou, slabě namodralou až šedomodrou barvu. Žlutohnědé a zelenožluté slévárenské bentonity uložené blíže k povrchu terénu jsou barevně ovlivněny zvětráváním v oxidační zóně.

Negativní dopad na těžený bentonit a jeho kvalitu můžou mít i nesoudržné a rozpadavé bloky a útržky slínů, jílu, rozložených až zjílovělých vyvřelin, nebo xenolity kaolinizovaných rul. Tyto jílovité horniny se při těžbě budou snadno přimíchávat do suroviny a budou silně snižovat kvalitu bentonitu, přičemž je bude těžké nebo zcela nemožné separátně vyklízet ze surovinové substance tak, jako pevné úlomky a xenolity. Část zásob bentonitu tak bude z ložiska vyklizena jako balast.

Bentonit je v mnoha částech ložiska zastoupen výklizem tvořeným tufy, jíly, maarovými sedimenty, chaotickými komínovými brekciemi, čedičem, bloky slínů, úlomky křemenců, jílových vápenců a xenolity rul. Mocnost těchto poloh je značně nerovnoměrná. Na převážné většině území ložiska bentonitu bývá mocnost výklizu v surovině 0 – 2 m. Vyjimečně, především v centrální části ložiska, s geologicky ověřeným nebilančním ložiskovým vývojem ve střední části ložiska, dosahuje mocnost výklizu až 26m. Některými průzkumnými vrty byly zjištěny dokonce dvě polohy výklizu o mocnosti do 10 m uložených nad sebou, oddělených od sebe několikametrovou bentonitovou polohou střední kvality, většinou známky B 75.

4.2. Charakteristika bentonitu pro průmyslové využití

Použití bentonitu v praxi je všeobecně založeno na jeho typických vlastnostech, tedy na vysoké plasticitě, bobtnavosti, absorpční a adsorpční schopnosti, gelotvornosti, vaznosti, viskozitě a reologických vlastnostech. Typickou vlastností bentonitu je schopnost výměny kationtů. Bentonity mohou přijímat z roztoku kationy Li, Ag, K, Na a náhradou za ně uvolňovat kationty Mg a Ca. Na této vlastnosti je založena chemická úprava severočeských vápenatých a horečnatých bentonitů pomocí sody, která se nazývá aktivace (natrifikace).

Na základě jmenovaných vlastností jsou bentonity těžené v severozápadních Čechách užívány v nejrůznějších odvětvích průmyslu. Hlavně však ve slévárenství, geologii, stavebnictví, chemii, zemědělství a ve výrobě steliv, určených pro chov drobného domácího zvířectva, kde se používá na sanitární likvidaci jejich tuhých i tekutých exkrementů.

V podmínkách České republiky se nyní největší část upravovaných bentonitů spotřebuje ve slévárenství – cca 50 - 55% objemu roční výroby a cca 40 - 45% ve výrobě steliv. Ostatní produkce připadá na stavebnictví, geologii, chemii, zemědělství, čištění odpadních vod a obalovou techniku – vysoušedlo značky DEHYDROSIL. Základním úpravářským postupem při úpravě bentonitů pro slévárenství, stavebnictví a geologii je sušení, mletí a aktivace sodou. Při výrobě steliv je bentonit upravován sušením a tříděním.

Za použitelnou surovinu je na ložisku bentonitu Liběšice možno považovat pouze takové jílové polohy, které odpovídají požadovaným fyzikálně-technologickým vlastnostem pro slévářský bentonit, jejichž hodnoty jsou uvedeny v kapitole 6. - Výpočet zásob. Za rozhodující kritérium pro stanovení kvality bentonitu v České republice jsou považovány hodnoty vaznosti suroviny, tedy hodnoty vycházející ze slévářských oborů.

Vaznost vyjádřená pevností, je zjišťována u neaktivovaných bentonitů na zkušební směsi tvořené ze 7% sušeným a rozemletým bentonitem a 93% standardním křemenným slévářským pískem (písek z ložiska Střeleč, Provodín, Šajdíkovy Humence), při vlhkosti směsi 3 % H₂O a při vlhkosti 10 % H₂O). U aktivovaných bentonitů je dále do obou směsí (dvě vlhkosti - 3 % a 10 % H₂O) přidávána v množství 4 % objemová soda (Na₂CO₃).

Kvalita bentonitu se stanovuje laboratorně. Před vlastními kvalitativními zkouškami je nutné provést přípravu zkušební směsi ze vzorků bentonitu odebraných k laboratorním zkouškám.

Příprava vzorku pro laboratorní zkoušky je následující. Surový bentonit se usuší a rozemele na jemnost zrna pod 0,063 mm. U aktivovaného bentonitu se do surového bentonitu přidá aktivační činidlo – soda. Bentonit se usuší a rozemele. Po rozemletí bentonitu se v poměru 97 % křemenného slévářského písku (ostřivo) přidá 7 %

mletého bentonitu (pojivo). Obě složky se po zavlhčení H_2O pomocí kolového mísiče zapracují do bentonitové směsi. Připravují se dvě směsi pro aktivovaný i neaktivovaný bentonit. Jedna směs je připravena na vlhkost 3 % H_2O a druhá na vlhkost 10 % H_2O .

Na takto připravené zkušební směsi se provádějí laboratorní měření. Zjistí se okamžitá vlhkost směsi a naváže se potřebné množství směsi pro zhotovení zkušební válečku o hmotnosti 143 – 144 g. Směs se volně nasype do normované nádoby – ocelového jaderníku. Směs se zhutní třemi normoúderý standardním pýchovadlem. Pomocí trnu se z jaderníku vytlačí zkušební váleček, který se vloží mezi tlakové čelisti přístroje pro měření pevnosti. Plochy čelistí přístroje rovnoměrně tlačí na zkušební váleček, dokud nedojde k destrukci válečku. Tento moment je zaregistrován na displeji přístroje. U starších přístrojů s mechanickým záznamem, se tato hodnota objeví na vnější stupnici manometru přístroje. Měření se provede, z důvodu hodnověrnosti, třikrát, ze stejné směsi při stálé vlhkosti směsi. Tím se zjistí vaznost směsi, vyjádřená pevností v tlaku, při známé vlhkosti směsi.

Pro výrobu steliv je rozhodující barva bentonitu v surovém stavu podle připravených standardů. Podle tohoto kritéria se těžba bentonitů pro výrobu steliv řídí na betonových lomech již 20 let.

4.3. Průmyslové využití bentonitu

Na ložisku bentonitu Liběšice bude pro účely výroby steliv těžen bazální „modrý“ bentonit modrošedé, zelenomodré, modrozelené a šedomodré barvy.

V nadloží modré bentonitu jsou uloženy bilanční zásoby aktivovatelného bentonitu S 65, které budou těženy pro výrobu mletých aktivovaných bentonitů pro slévárnství známky Sabenil S 65, určené pro přípravu jednotné bentonitové směsi (JBS směsi). Mletý a aktivovaný bentonit se v JBS směsi používá, jako pojivo křemenného písku, při přípravě středně tepelně namáhaných forem ve slévárnách šedé a tvárné litiny. Bentonit Sabenil S 65 se vyznačuje vysokou odolností vůči zálupům, závažné slévárenské vadě, rychlým nárůstem vaznosti při mísení a dobrou tekutostí formovací směsi.

Upravený aktivovaný bentonit S 65 se ve výrobě mletých bentonitů v Ornicích používá také, jako základ výroby hybridních bentonitů řady KERIBENT, určených pro použití ve slévárnství, vyznačujících se vyššími užitnými vlastnostmi. Jsou doplněny přídavkem nosičů lesklého uhlíku, ztekucovadel, plastifikátorů a dalších přísad. Použitím těchto bentonitů, pro přípravu jednotných i modelových, směsí pro odlitky z grafítizujících slitin, dochází u odlitků k potlačování řady slévárenských vad jinak vznikajících při lití tekutého kovu do formy zhotovené z běžného bentonitu a zároveň se docílí kvalitního (hladkého) povrchu odlitků po odlití.

Bentonit S 65 je možné použít i pro výrobu mletého slévárenského bentonitu známky CTM, vhodného pro výrobu samotuhnoucích bentonitových směsí s vodním sklem pro slévárny litiny.

Bilanční neaktivované bentonity známky B 75 budou používány ve slévárenství do výplňových směsí při odlévání litiny a oceli. Dále je možné tento bentonit použít při přípravě modelových směsí pro odlitky z litiny a menších odlitků z oceli s dobou lití do 15 s. Je možné tento bentonit použít i při přípravě modelových směsí pro odlévání malých odlitků z hliníku a mědi s dobou lití do 15 s ve slévárnách barevných kovů.

Bentonit B 75 se vyznačuje sníženou obesýchavostí, vynikající rozpadavostí formy po odlití a rychlým nárůstem vaznosti při mísení formovací směsi. Mimo slévárenství je možné tento bentonit použít jako flokulační zatěžkávalo při čištění odpadních vod, pro přípravu pufrů, jako izolační vrstvu na zvýšení nepropustnosti zemin i jako prostředek pro zadržování vláhy a živin v půdě. Je používán také jako plastifikační přísada do malt, omítek a keramických hmot. Je možné používat tento bentonit jako pojivo do granulovaných krmiv a přísady do granulovaných hnojiv, kde zabraňuje jejich krustování. V chemickém průmyslu se využívá jako nosič katalyzátorů. Používá se také jako hasící prášky a zásypy. V zemědělské výrobě může být použit jako zahušťovadlo zemědělských odpadů a kejdy.

Surový podrcený bentonit B 75 je možné použít při kompostování a zúrodnování písčitých a propustných půd.

Z výsledků orientačního hodnocení bentonitu, uvedeného ve zprávě GEOINDUSTRIA Černošice z roku 1990 vyplývá, že bentonity z ložiska Liběšice nejsou příliš vhodné pro použití ve stavebnictví a pro přípravu výplachových suspenzí používaných při vrtání vrtů v geologii a pilotáži.

Zdejší bentonit nelze použít ani pro výrobu vysoušedla vzdušné vlhkosti značky DEHYDROSIL, které se vyrábí v úpravně bentonitu Obrnice, jako náhrada za dovážené vysoušedlo značky Silikagel.

Jako prakticky všechny ložiska bentonitů ze severozápadních Čech, ani bentonit z Liběšic není použitelný pro peletizaci železných rud.

5. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY NA LOŽISKU BENTONITU

5.1. Hydrogeologické poměry širšího okolí ložiska

Ložisko bentonitů Liběšice leží v Českém středohoří na pravém břehu řeky Bíliny. Tvoří jej cca 40 – 50 m vysoká elevace zvedající se nad okolní terén, který se sklání do údolí Liběšického potoka.

Průměrný srážkový úhrn dle stanice Bílina – Kyselka (197 m n. m.) činí 516 mm ročně. Průměrné roční teploty se pohybují nad 8,2 °C. Podle Atlasu podnebí ČSR zaujímá ložisko Liběšice mírně teplou oblast. Hydrograficky náleží území do povodí řeky Bíliny, respektive do jejího pravostranného přítoku - Liběšického potoka.

Z hydrogeologického hlediska lze v zájmovém území v zásadě rozlišit následující obzory podzemních vod (zvodně): zvodně krystalinika, zvodně křídových sedimentů; zvodně třetihorních vyvřelin a sedimentů; zvodně kvartérních sedimentů.

Zvodně krystalinika se vyznačuje převážně puklinovou propustností. Prakticky je ovšem možnost oběhu a tvorby zvodnění velmi omezená, protože puklinová síť bývá v kaolinizovaných rulách silně potlačena jílovými produkty probíhajícího zvětrávání. Navíc jednotlivé pukliny bývají sepnuté a zajílované. Vyšší propustnost je možno očekávat jen v oblasti podpovrchového rozpojení hornin a potom hlavně v úsecích silně porušených lokální tektonikou, nebo v puklinách místních zón drcení nebo pásem mylonitizace i když se předpokládá, že i tyto jsou značně zajílovány. Na krystalinické podloží je vázána nejvýznamnější hydrogeologická problematika širšího okolí – existence známé Bílinské kyselky.

Sedimenty svrchní křídly pro svůj převážně slinitý a jílovitý vývoj vytvářejí jako celek izolátor. Je možno očekávat lokální zvodnění v prostorově omezených písčitých až klastických sedimentech při bázi křídly. Případné tektonické porušení a je doprovázející rozpukání bývá opět zajílováno, takže možnosti případného oběhu jsou omezeny na minimum.

Zvodnění neovulkanitů je závislé na jejich primárním a sekundárním rozpukání, dále na mocnosti, plošné rozloze a míře přeměny v jílovou hmotu. V okolí zájmového území tvoří neovulkanity prakticky jen izolované výskyty. Jednotlivá tělesa jsou sice intenzivně rozpukány a jsou puklinově propustné, ale chybí další předpoklady pro vzniky rozsáhlejších zvodní. K tomu je nutno ještě vzít v úvahu i poměrně nízký srážkový průměr a relativně vysoký teplotní průměr, takže možnost vzniku zvodně je značně omezená.

Sedimenty třetihorních limnických sedimentů mosteckého souvrství jsou v zájmové oblasti zachovány jen útržkovitě v podobě málo rozsáhlých písčitojílovitých sedimentů řazených k podložnímu souvrství, výjimečně i k uhelné sloji. Vzhledem k jejich malé mocnosti a plošně omezenému výskytu, mohou dosáhnout jen nevýznamné zvodnění. Téměř plně zachovalý pánevní vrstevní sled limnických hornin, známý ze severnějšího prostoru Mostecké pánve, již nemá se zkoumanou oblastí žádnou hydrogeologickou souvislost.

Z kvartérních sedimentů má největší význam suťový lem kolem jednotlivých vulkanických elevací spočívající navíc na nepropustném podloží křídových či třetihorních jílových sedimentů. Poměrně malé množství srážek (zejména v nižších polohách), kombinované

s malou mocností kvartérních sedimentů a jejich nepříznivou strukturní a granulometrickou skladbou skeletu (hrubě balvanitou až kamenitou), místy zahliněnou, nedává možnost vzniku významné zvodně.

Nejvýznamnějším hydrogeologickým fenoménem širokého okolí zájmové oblasti je tak existence zřidelní struktury, která dává vznik proslulé „Bílinské kyselce“, kterou O. Hyníe v roce 1963 charakterizoval jako nejsilnější a nejčennější českou ryzí alkalickou kyselkou. Ochranná pásma kyselky již leží za hranicemi ložiska bentonitu respektive za hranicí stanoveného ChLÚ Liběšice.

5.2. Hydrogeologické poměry ložiska

Ložisko bentonitu leží nad místní erozivní základnou představovanou Liběšickým potokem. V oblasti ložiska nejsou známy žádné minerální prameny ani zdroje pitné vody, nejsou zde umístěny ani žádné nádrže povrchových vod.

Hodnoty koeficientů filtrace lze odhadovat na základě analogie s obdobnými typy sedimentu na $k_f = n \cdot 10^{-7}$ až $n \cdot 10^{-8}$ m/s. Při těžbě lze očekávat, že bentonit při styku s vodou bude bobtnat a rozbídat. Je předpoklad možnosti vzniku menších sesuvů na lomových řezech vlivem rozbředavosti bentonitu.

Na ložisku bentonitu jsou nejpropustnějším kolektorem kvartérní uloženiny. Vzhledem k vyvinuté mezerní jílové základní hmotě ve vrstvách kvartérních sedimentů, s výjimkou balvanitého a suťového lemu kolem vrchu Liščí vrch, nelze očekávat významnější zvodnění tohoto kolektoru.

V efuzivních a pyroklastických horninách terciárního stáří byly zjištěny na některých průzkumných vrtech výrony vod, které pocházejí z písčitéjších poloh uvnitř bentonitů, které jsou interpretovány jako psamitické a psamito - psefitické sedimenty původního maaru. Vzhledem k tomu, že ložisko bentonitů zaujímá jen plošně omezený prostor v křídových slínech a slínovcích, nelze očekávat, že by případné zvodnění mohlo mít výraznější charakter. Prakticky půjde jen o lokální nepravidelně vyvinuté propustnější polohy, se silně omezenou možností infiltrace. Po vypuštění statických zásob vody přítoky samy vymizí.

Celkově lze ložisko bentonitu zařadit do II. skupiny – ložiska s jednoduchými hydrogeologickými poměry s nutností odčerpávání důlní vody ze dna jámového lomu.

Ve vzdálenosti 450 m severně od hranice výpočtu zásob bentonitu probíhá ochranné pásmo 2. stupně přírodních léčivých zdrojů lázní Bílina.

6. VÝPOČET ZÁSOb

Výpočet zásob z roku 1990 byl na ložisku bentonitu Liběšice, vzhledem k velké kvalitativní variabilitě suroviny, proveden metodou aritmetického průměru z průzkumných prací. Hranice bloků jsou vedeny mezi pozitivními negativními vrty nebo v pásmu 30m za pozitivním vrtem směrem k výchozu ložiska. Uvnitř ložiska, kde se zhruba nachází střed diatrémy, bylo na základě laboratorních výsledků a kvalitativního vyhodnocení surovinové substance, vyčleněno nebilanční území ložiska bez zásob aktivovatelného bentonitu Sabenil S 65 a modrého bentonitu pro výrobu steliv, s častými polohami výklizu.

Vzhledem k tomu, že došlo po roce 1997 ke změně obchodních názvů jednotlivých známek upravovaných bentonitů i garantovaných kvalitativních hodnot vyráběných bentonitů, bylo nutné provést na ložisku Liběšice nový přepoččet zásob podle kvalitativních kritérií z roku 1997, který byl provedený pomocí programu ATLAS.

Přepoččet zásob bentonitu na plánovaný rozsah budoucího bentonitového lomu a zjištění těžitelných zásob bentonitu, zmenšených o výrubnost bylo provedeno pomocí počítačového programu ATLAS v roce 2009.

6.1. Kvalitativní ukazatele pro hodnocení bentonitu

Kvalitativní ukazatele, pro hodnocení bentonitu pro účely slévárenství a steliv, platných od roku 1997, byly převzaty z materiálových katalogových listů fa. KERAMOST, a. s. Most, které byly upravené na kvalitativně přísnější hodnoty, stanovené po dohodě s jednotlivými odběrateli upravovaných bentonitů.

Objemová hmotnost bentonitu Liběšice - $1,828 \text{ t/m}^3$ je převzata z výpočtu zásob bentonitu z roku 1990.

Výrubnost byla stanovena na základě zkušeností z bentonitového lomu Černý Vrch. Výrubnost byla stanovena, s ohledem na častý výskyt výklizů, pro bentonit na 0,85 %. U modrého bentonitu je stanovena na 0,90 %. Koeficient nakypření výsypkových zemin je stanoven na 1,20, podle zkušeností z bentonitového lomu Černý Vrch. Koeficient nakypření hlíny a ornice – 1,30, byl použit z odborné literatury.

Tabulka č. 1 Kvalitativní parametry bentonitu – bilanční zásoby

<u>Bilanční zásoby:</u>	Slévárenství		Steliva
Známka	S 65	B 75	stelivo
pevnost při převlhčení 3% H ₂ O [kPa] min.	80	75	—

pevnost při převlhčení 10% H₂O [kPa] min.	50	40	—
barva bentonitu			<i>zelenomodrá, modrozelená, šedomodrá, modrošedá, bledě modrá, modrá</i>

Tabulka č. 2 Kvalitativní parametry bentonitu – nebilanční zásoby

<u>Nebilanční zásoby:</u>	Slévárenství				
Známka	B 70	Extra 800	Speciál 750	Standart 650	Normal 550
Pevnost při převlhčení 3% H₂O [kPa] min.	70	80	75	65	55
pevnost při převlhčení 10% H₂O [kPa] min.	—	50	45	35	—

Kvantitativní parametry nebyly pro ložisko bentonitu stanoveny. Požadavkem je, aby navrženým báňským řešením bylo umožněno, vytěžení všech zjištěných bilančních zásob aktivovatelného bentonitu S 65, určeného pro slévárenství a modrého bentonitu pro výrobu steliv, uloženého při bázi ložiska, bez zbytečných těžebních ztrát.

Zásoby neaktivovatelného bentonitu B 75 budou těženy souběžně s hlavními odrůdami bentonitu a budou po natěžení buď zpracovány v úpravně bentonitu Obrnice nebo budou ukládány na homogenizační skládky. Předpokládá se těžba 70 000 – 130 000 t/rok bentonitu B 75.

Při přechodu porubních front z jámového lomu do lomu stěnového budou ve větší míře těženy také nebilanční neaktivovatelné bentonity v tonáži 15 000 – 20 000 t/rok, které budou po vytěžení ukládány na samostatné skládky.

Životnost bentonitových zásob a tedy i povrchového lomu je u aktivovatelného bentonitu známky S 65 byla určena, podle stanovené roční těžby v tonáži 70 000 t/rok, na 10,50 roku. Souběžně s touto s těžbou bude realizována těžba bazálního modrého bentonitu pro výrobu steliv.

6.2. Geologické zásoby bentonitu

Geologické zásoby z roku 1990

Odkliz:

<i>ornice</i>	<i>20 591 m³</i>
<i>skrývka</i>	<i>241 051 m³</i>
<i>výkliz</i>	<i>55 910 m³</i>

Bentonit:

<i>Extra</i>	<i>894 106 m³</i>	
<i>Speciál</i>	<i>392 684 m³</i>	
<i>Standard</i>	<i>303 071 m³</i>	
<i>Normal</i>	<i>47 639 m³</i>	
<i>CELKEM</i>	<u><i>1 637 500 m³</i></u>	<u><i>2 993 000 t</i></u>

Celkové zásoby:

<i>odkliz</i>	<i>317 500 m³</i>	
<i>bentonit</i>	<i>1 637 500 m³</i>	<u><i>2 993 000 t</i></u>
<i>CELKEM</i>	<u><i>1 955 000 m³</i></u>	

Těžitelné zásoby z roku 2009 – zjištěné programem ATLAS - po započítání výrubnosti

Odkliz:

<i>ornice</i>	<i>31 040 m³</i>
<i>skrývka</i>	<i>1 035 876 m³</i>
<i>výkliz</i>	<i>931 145 m³</i>
<i>CELKEM</i>	<u><i>1 998 061 m³</i></u>

Bilanční zásoby:

<i>Sabenil S 65</i>	<i>402 023 m³</i>	<i>734 898 t</i>
<i>modrý bentonit</i>	<i>321 095 m³</i>	<i>586 961 t</i>
<i>bentonit B 75</i>	<i>595 779 m³</i>	<i>1 089 085 t</i>
CELKEM	<u>1 318 897 m³</u>	<u>2 410 944 t</u>

Nebilanční zásoby:

<i>Bentonit B 70</i>	<i>15 462 m³</i>	<i>28 265 t</i>
<i>Extra</i>	<i>18 552 m³</i>	<i>33 913 t</i>
<i>Speciál</i>	<i>35 008 m³</i>	<i>63 995 t</i>
<i>Standard</i>	<i>4 133 m³</i>	<i>7 555 t</i>
<i>Normal</i>	<i>6 208 m³</i>	<i>11 347 t</i>
CELKEM	<u>79 363 m³</u>	<u>145 075 t</u>

Celkové zásoby:

<i>odkliz</i>	<i>1 998 061 m³</i>	
<i>bilanční zásoby</i>	<i>1 318 897 m³</i>	<u>2 410 944 t</u>
<i>nebilanční zásoby</i>	<i>79 363 m³</i>	<u>145 075 t</u>
<i>celkem</i>	<i>1 398 260 m³</i>	<u>2 556 019 t</u>
Celkové zásoby	<u>3 396 321 m³</u>	

Příkryvný poměr: *odkliz + nebilanční bentonit : bilanční bentonit*

2 077 424 m³ : 2 410 944 t

příkryvný poměr = *1 m³ : 0,862 t*

7. NÁVRH DALŠÍHO POSTUPU DOBÝVÁNÍ

7.1. Otvírka ložiska bentonitu

Ložisko Liběšice dosud nebylo v minulosti nikdy předmětem těžby bentonitu, ani zde se vyskytujících amorfních křemenců, svrchnokřídových slínů, jílových vápenců nebo

terciérních čedičů. Ložisko proto bude otevřeno otvirkou v podobě zářezu z povrchu nynějšího terénu se zahloubením na kótě 250 - 260 m n. m.

Otvírka bude provedena úvodním vnějším zářezem s paralelním postupem porubních front na severozápadě ložiska, ze kterého se otvírka lomu rozvine do prostoru vyhraněného realizovaných vrtů V 24; V 56; V 30 a V 32.

Nejprve bude provedeno v prostoru otvírky lomu shrnutí ornice. Dále bude provedeno odtěžení prvotního odklizu a vytěžení suroviny až na kótu 245 m n. m.. Otvirkou lomu bude odkryta hlava modrého bentonitu. Budou tak uvolněny zásoby modrého bentonitu o objemu 55 000 m³ (100 000 t.). Celkově bude z prostoru otvírky lomu odtěženo 317 000 m³ hmot.

Dále bude provedeno vybudování skryvkových výjezdů z lomu, zřízení odkalovací jímky pro jímání důlních vod ve dně otvírky, vybudování lomové cesty vysypané šotolinou na vnější výsypku a současně i zřízení vnější výsypky, kde se bude ukládat prvotní odkliz z otvírky lomu. Na vnější výsypku bude z otvírky lomu uloženo 262 000 m³ odklizu.

V předstihu těžebních prací bude v rámci otvírky vybudována zpevněná vozovka spojující lom se silnicí III. třídy Liběšice – Svinčice s propustkem, vybaveným odtokovou železobetonovou troubou o jmenovité světlosti 400 mm. Dále bude vybudována oplocená hlavní jímka důlních vod o objemu 5 000 m³ s plochou pro vjezd autocisterny a s přepadem do hlavního odvodňovacího potrubí, tvořeného jímací šachtou opatřenou česly a položením hlavního odvodňovacího potrubí, tvořeného železobetonovými troubami dřívkového tvaru o jmenovité světlosti 300 mm a jeho zaústění přes další odkalovací jímku do koryta bezejmenné vodoteče, které bude prohloubena do hloubky 1000 mm, včetně položení betonových koryt v korytě bezejmenné vodoteče, která se na jižním okraji obce Liběšice vlévá do Liběšického potoka.

Zároveň bude vybudována zpevněná plocha pro homogenizaci natěženého bentonitu s napojením na silnici III. třídy Liběšice – Svinčice o objemu 2 x 25 000 m³. Současně bude zhotovena přípojka elektrické energie a instalace zděného stacionárního kiosku, kde bude umístěn transformátor, odstavná oplocená plocha pro zemní stroje a nákladní automobily s jímkou pro zachycování úkapů ropných látek a mazadel z odstavených strojů a automobilů, kancelář mistra, telefonní přípojka, systém svodů dešťové vody ze zpevněných ploch a jejich zaústění do odvodňovací rýhy u silnice III. třídy Liběšice – Svinčice a osvětlení odstavné plochy a kanceláře mistra. Všechny tyto práce budou provedeny jako investiční akce.

7.2. Postup těžebních front bentonitového lomu

Bentonitový lom je plošně naprojektován v rozsahu vyhodnocených geologických bloků

zásob, převzatých z výpočtu zásob bentonitu z roku 1990. Po ukončení investiční otvírky se bude těžba dále realizovat v postupně se zahlubujícím podúrovňovým lomem - jámovým lomem, v hranicích daných projektem povrchového lomu. Postup porubní fronty bude paralelní z důvodu nasazení automobilové dopravy.

Vzhledem k zjištěné bilanční patě ložiska, ověřené průzkumnými vrty, dojde k zahloubení jámového lomu v prostoru vrtu LB 4 až na úroveň kóty 225 m n. m., kde bude zřízena jímka důlních vod s nainstalovaným kalovým čerpadlem. Zdroj elektrické energie pro čerpadlo bude zajišťovat pojízdná elektrocentrála. Výtlačné potrubí z PVC o jmenovité světlosti 200 mm pro odčerpávání vody, bude zaústěno do hlavní jímky důlních vod umístěné na úrovni terénu.

Později, po výrazné změně skrývkových a úložních poměrů na ložisku bentonitu, kdy bilanční pata ložiska, zjištěná geologickým průzkumem, vystoupá na úroveň kóty 275 m n. m., bude v tomto prostoru rozfárán nadúrovňový lom - stěnový lom, který se plynule rozvine z horních východních smíšených řezů jámového lomu na kótě 290 - 275 m n. m., takže se nebude muset provádět nová otvírka lomu.

Na území stěnového lomu se povrch terénu zvedá z kóty 290 m n. m. až na kótu 319,90 m n. m. (Liščí vrch). Stěnový lom zde dosáhne největšího převýšení mezi patou a hlavou lomu, která bude po odtěžení odklizu a surovinové substance 50 m (270 – 320 m n. m.).

Při postupu stěnového lomu bude nutné, aby ve střední části ložiska, zhruba od úrovně vrtů V 36 a V 37, došlo k odtěžení nebilanční část ložiskového vývoje, s výskytem zásob neaktivovatelného bentonitu B 75 a výklizu tak, aby mohly být dále vytěženy i východní části ložiska bentonitu bez zbytečných těžebních ztrát.

Po dosažení vrtu V 21 stěnovým lomem bude další těžba v lomu vedena západním směrem a bude napojena do původních řezů prvotní otvírky v prostoru vrtu V 30 a V 36 na úrovni kóty 290 m n. m.. Po odtěžení této části ložiska budou veškeré bilanční zásoby bentonitu na ložisku vytěženy a hornická činnost na lomu Liběšice bude ukončena. Zároveň začnou práce na sanaci a rekultivaci lomu a vnější výsypky.

Objem vytěžených hmot z jámového lomu, naprojektovaný na kótu povrchu ohraničenou vrstevnicí 250 - 270 m n. m., bude 1 667 169 m³ hmot. Objem stěnového lomu je naprojektován na kubaturu 1 729 152 m³. Celkový objem projektovaného lomu je 3 396 321 m³.

7.3. Stabilitní charakteristika bentonitového lomu

Maximální výška jednotlivých řezů bude na lomu 5 m. Tato mezní výška vychází z technických parametrů malých a středních lopatových rypadel, které budou nasazeny

v těžbě. Šířky pracovních plošin jednotlivých řezů jsou navrženy jednak podle technických a bezpečnostních parametrů nasazených rypadel a autodopravy v těžbě a dále podle vyhodnocených geomechanických vlastností hornin ložiskové substance a nadloží.

Šířka pracovních plošin:

průmět svahu – 1 m

prostor pro pojezd a manipulaci rypadla - 4 m

prostor pro pojezd vozidel a těžebních mechanismů – 3 m

ochranné pásmo mezi prostorem pro pojezd vozidel a hranou svahu spodního řezu – 3m

celková šířka pracovní plošiny – 10 m

Sklon dopravních cest v lomu bude při maximálním stoupání a klesání 8° a jejich šířka bude minimálně 3 m. Příjezd do lomu bude ze silnice III. třídy ze směru Liběšice – Svinčice zpevněnou komunikací, která povede do prostoru vrtu V 24 a otvirkovým zářezem až k vrtu LB 4. Dále budou v lomu budovány cesty a sjezdy podle momentální potřeby. Cesty v lomu budou nezpevněné, vysypané čedičovou sutí a šotolinou a povedou z místa otvírky lomu, s otočným bodem u vrtu V 24 na jednotlivé řezy lomu a výsypné etáže vnější výsypky. Konstrukce vozovek se bude skládat ze spodní vrstvy štěrku a horní vrstvy šotoliny. Na takto vytvořené silniční těleso můžou být pokládány panely pro zpevnění komunikace. Na těžebních etážích budou pouze nezpevněné lomové cesty, aby nedocházelo k promíchání suroviny s podsypovým materiálem.

7.4. Báňské řešení těžby bentonitu a odklizu

Těžba skrývky bude prováděna středním hydraulickým lopatovým rypadlem. Průměrná mocnost skrývky je 8 m. Na některých místech ložiska, s komplikovaným ložiskovým vývojem na hranici bilančnosti - převážně centrální ložiska - dosahuje mocnost skrývky až 25 m. Skrývka je tvořena ornicí, hlínou, místy sutí, menšími čedičovými příkrovy nebo žilnými proniky a nebilančními polohami bentonitu tvořeného - tufy, brekciemi a jíly, místy obsahující rozložená až jílovitě zvětralá efuziva, s bloky slínů a úlomky křemenců a xenolitů rul. Některé polohy čedičů nebo čedičových žil, případně velké kusy křemenců ve skrývce, bude nutné rozpojovat pomocí hydraulických kladiv, výjimečně trhacími pracemi malého rozsahu.

Odvoz skrývky na výsypku bude zajištěno pomocí autodopravy. Ornice s průměrnou mocností 0,20 – 0,25 m bude těžena v prostoru lomu v objemu 31 000 m³. Celkový objem

shrnuté ornice po započítání nakypření 1,3 z plochy lomu, vnější výsypky, zpevněných ploch a sedimentačních jímek je 90 000 m³. Ornice bude shrnována dozerem na hromady, nakladačem naložena na autodopravu a převezena na skládky ornice založených po obvodu lomu. Po skončení hornické činnosti na lomu Liběšice bude použita k rekultivaci povrchového lomu a vnější výsypky.

Těžba bentonitu bude probíhat společně s výklizem na smíšených a těžebních řezech o maximální výšce řezu 5 m. Jednotlivé řezy budou rozděleny na těžební lávky o výšce do 2m, z důvodu nutnosti použití selektivní těžby.

Natěžená surovina bude ukládána na homogenizační skládky o objemu 2 x 25 000 m³, které budou umístěné na zpevněné ploše u silnice Liběšice – Svinčice, odkud bude natěžená surovina dopravována kamiony do úpravny bentonitu Obrnice ke zpracování.

Těžba suroviny i výklizu bude realizována pomocí středního hydraulického lopatového rypadla, která budou jak dobývacím, tak i nakládacím strojem. . Automobilovou dopravou potom bude surovina odvážena na homogenizační skládky a výkliz na výsypku.

Pevné polohy tvořené zbytky křemencové lavice, větším nahromaděním křemencových balvanů a bloků, xenolitů pevných rul nebo pevnými žilami, pni, proniky i menšími příkrovy tvořenými čedičovými a znělcovými horninami, které nebude možné přímo odtěžit lopatovými rypadly, bude nutné, při jejich malých mocnostech a rozsahu, tyto rozpojovat rozrývačem, nainstalovaným na zádi dozeru nebo bude k jejich rozpojení použito hydraulického kladiva.

Zcela vyjimečně budou prováděny pro účely rozpojování pevných poloh trhací práce malého rozsahu, kdy jednotlivé nálože u odstřelů nepřesáhnou 50 kg trhavin a celkové nálože nepřesáhnou při pracích na povrchu 200 kg trhavin. Trhací práce je však třeba omezit na co nejmenší míru, neboť dynamické namáhání zemin po odstřelu trhavin by mohlo mít za důsledek nestabilitu lomových svahů s negativním výskytem svahových skluzů hornin.

7.5. Vnější výsypka

Veškerý vytěžený odklíz bude zakládán na výsypku. Nejdříve bude zřízena vnější výsypka pro uložení odklizu z otvírky o kubatuře 250 000 m³. Výsypka bude situovaná severně od lomu, do těsné blízkosti ložiska, aby dopravní vzdálenost z lomu na výsypku byla co nejkratší. Výsypka je navržena tak, aby postupně vyrovnávala dnešní povrch terénu z kóty 225 m n. m. až na kótu 260 m n. m.. Celkově se na vnější výsypku založí, po započítání nakypření zemin, 695 000 m³ hmot odklizu.

Před založením vnější výsypky bude shrnuta ornice a zřízeny rýhy a drenáže na

odvodnění mělkých podzemních vod a srážkových vod z paty výsypky.

Po odtěžení suroviny z jámového lomu a uvolnění dostatečného prostoru pro zřízení vnitřní výsypky, bude veškerý těžný odklíz z lomu zakládán na vnitřní výsypku. Po započítání nakypření zemin bude na vnitřní výsypku založeno 1 667 000 m³ hmot odklizu. Dosypání vnitřní výsypky na východní straně bude na plánovanou kótu 270 m n. m. provedeno až po odtěžení suroviny v prostoru vrtů V 30 a V 36. Postup těžební i výsypné fronty bude nutné v tomto prostoru řídit operativně, aby došlo k úplnému odtěžení suroviny a zároveň došlo k následnému úplnému zasypání tohoto prostoru vnitřní výsypkou.

Výška jedné výsypné etáže bude maximálně 5 m, šířka pracovní plošiny výsypné etáže bude minimálně 10m. Aby nedocházelo k nadměrnému sedání výsypných hmot a jejich promáčení srážkovou vodou, budou výsypné etáže sypány po vrstvách o výšce do 3 m a utahovány pojezdem dozeru.

Výsypka bude vršena tak, že rozpojené kusy čedičů, křemenců, ruly a některých pevnějších poloh jílových vápenců, slínů a rozložených vyvřelin, budou ukládány do nejspodnějších výsypných etáží. Tufy, komínové brekcie, maarové sedimenty, zjilovělé pně, příkrovy, proniky a výklizové materiály jílovitého charakteru budou ukládány do středních výsypných etáží. Nebilanční polohy bentonitů, svrchnoturonské a coniacské rozpadavé slíny, tufy s bloky křídových hornin a kvartérní sedimenty se budou ukládat jako nejvyšší vrstvy jednotlivých výsypných etáží. Povrch výsypky musí být již při ukládání výsypných hmot tvarován tak, aby pozdější úpravy povrchu výsypky byly co nejmenší.

Pokud dojde na některých místech výsypky k menší projevům nestability, je nutné tyto úseky ihned sanovat. Místa nestability musí být odvodněny drenážemi a odvodňovacími rýhami. Po stabilizaci svahu odvodněním pak bude vybudována zátěžová lavice z kamenů a balvanů, zapuštěná u paty sanovaného svahu vyhloubeného do 2 – 3 m hlubokého zářezu, která zatíží odvodněnou patu výsypky, takže svah výsypné etáže výsypky bude stabilní. Celkově bude na vnější a vnitřní výsypku založen objem odklizu, který po započítání nakypření zemin odpovídá kubatuře 2 362 000 m³.

7.6. Mechanizace lomu

Na lomu bude použita tato mechanizace: dvě střední hydraulická rýpadla na pásovém podvozku, která budou nasazena v těžbě odklizu a suroviny, dozer s rozrývačem, nákladní automobily nebo dumpy pro odvoz suroviny na homogenizační skládky a odklizu na výsypku, kropicí vůz na zkrápění lomových cest pro omezení prašnosti, nakladač pro nakládku suroviny z homogenizačních skládek, hydraulické kladivo pro rozpojování

pevných úseků odkluzu, elektrocentrála pro osvětlení a pohon čerpadla při odvodňování jámového lomu a autocisterna pro odvoz kalů ze sedimentačních jímek.

7.7. Odvodňování lomu

Odvodňování lomu bude provedeno pomocí gravitačního systému rýh u paty jednotlivých řezů do nejnižšího místa lomu, kde budou zřízeny odkalovací jímky. Tyto jímky budou operativně hloubeny podle postupu lomu tak, aby mohli zachytit všechny důlní vody a to i při přívalových deštích. Kapacita jímek proto musí být alespoň 3 000 m³. Po zahloubení lomu pod kótu 255 m n. m. bude v jímce nainstalováno kalové elektrické čerpadlo, které bude potrubím z PVC, uloženém podél výjezdu z prvotním otvirkovým zářezu, odvádět vodu do hlavní odkalovací jímky o objemu 5 000 m³. Čerpadlo bude poháněno mobilní elektrocentrálou. Podobné potrubí a čerpadlo bude později položeno mezi hlavní odkalovací jímkou a pomocnou jímkou u vrtu V 21 v prostoru stěnového lomu.

Odvodnění z hlavní odkalovací jímky bude pokračovat přepadem přes jímací šachtu s česly do hlavního odvodňovacího železobetonového potrubí o jmenovité světlosti 300 mm, které bude odvádět vodu dál do bezejmenné vodoteče na jižním okraji obce Liběšice. Potrubí bude stabilně uloženo zakopané do země ve směru panelové komunikace vedené ke skládkám bentonitu. Potrubí bude zaústěno přes další odkalovací jímku důlních vod do koryta bezejmenné vodoteče pod jižním okrajem obce Liběšice. Do popisované sedimentační jímky s kapacitou 2 500 m³ budou zaústěny rovněž drenáže odvodňující paty skládek bentonitu a vnější výsyvky. Koryto bezejmenné vodoteče bude prohloubeno do hloubky 1000 mm a vyzbrojeno betonovými žlaby až do soutoku s Liběšickým potokem. Část srážkových vod z odvodňovacích drenáží odvodňující část svahů vnější výsyvky od srážkových vod bude odváděna přímo do bezejmenné vodoteče. Vtok vody z vodoteče do Liběšického potoka bude vybetonován a bude zde upravena niveleta sklonu koryta potoka, vzhledem k prohloubení vodoteče.

Před přítokem dešťové vody do lomu z předpolí budou po obvodu lomu vyhloubeny záchytné odvodňovací příkopy, které budou vodu odvádět samospádem do níže položených míst terénu mimo lom a odtud budou odváděny jednoduchými rýhami do bezejmenné vodoteče.

7.8. Elektrifikace lomu

Jelikož vlastní těžba a ostatní pomocné práce jsou prováděny malostrojovou mechanizací s motorickou trakcí, není potřeba rozvodu elektrické energie. Ta bude přivedena pouze pro osvětlení a vytápění buňky mistra. Elektrická energie bude na lom přivedena linkou NN

(závěsný kabel AYKY 4 x 16 mm²) z trafostanice umístěné v obci Liběšice do stacionárního zděného kiosku, který bude umístěn u vjezdu do lomu vedle silnice III. třídy Liběšice – Svinčice.

7.9. Návrh stanovení dobývacího prostoru

Dobývací prostor je navržen jako nepravidelný mnohoúhelník o sedmi vrcholech. Plocha návrhu dobývacího prostoru s názvem Liběšice je 242 095 m².

Souřadnice vrcholových bodů návrhu dobývacího prostoru Liběšice:

č. b.	Y	X
1	783 567,956	989 413,075
2	783 610,625	989 642,329
3	783 707,242	989 842,676
4	783 629,836	990 020,321
5	783 199,953	990 019,648
6	783 134,880	989 706,050
7	783 466,159	989 426,720

8. PARAMETRY SKRÝVKOVÝCH, TĚŽEBNÍCH A VÝSYPKOVÝCH SVAHŮ, GENERÁLNÍ ÚHEL SVAHŮ LOMU A GENERÁLNÍ OBRYŠ VÝSYPKY

Při projekci skrývkových, smíšených, těžebních řezů a výsypných etází budoucího lomu se vychází ze zkušeností provozu na bentonitových lomech Černý Vrch a Rokle, s přihlédnutím k technickým parametrům nasazených dobývacích mechanismů a autodopravy. Dále byly svahy lomu navrženy podle provedených geomechanických posudků, zhotovených pro ložisko bentonitu Liběšice v roce 1990. Vzhledem k nižší soudržnosti hornin ložiskové výplně bude použit stupeň bezpečnosti Rs 1,5.

Podle provozních znalostí a podle geotechnických vlastností hornin zastížených na ložisku bentonitu Liběšice, budou mít jednotlivé skrývkové, smíšené a těžební řezy tyto parametry.

8.1. Parametry svahů lomu dočasného i trvalého charakteru

<i>maximální výška svahu</i>	<i>5 m</i>
<i>sklon svahu</i>	<i>85°</i>
<i>průmět svahu</i>	<i>1 m</i>
<i>minimální šířka pracovní plošiny</i>	<i>10 m</i>
<i>míra bezpečnosti</i>	<i>1,5</i>

8.2. Parametry svahů vnější výsypky

Výsypkové etáže opět vycházejí z mnohaleté zkušenosti z provozem vnějších i vnitřních výsypek na bentonitových lomech Stránce, Černý Vrch a Rokle. Na základě pozdějšího geomechanického měření na vnější výsypce Rokle z roku 1987 bylo zjištěno, že úhel jednotlivých výsypných etáží je dán 35°, při maximální výšce výsypného stupně 5 m. Šířka pracovní plošiny výsypné etáže bude minimálně 10 m. Vzhledem k menší stabilitě výsypky, dané ukládáním málo soudržných a granulometricky nesourodých hornin, které při styku s vodou bobtnají a rozbírají se, bude při sypání vnější výsypky použit stupeň bezpečnosti $R_s = 1,5$.

výsypné etáže:

<i>maximální výška etáže</i>	<i>5 m</i>
<i>sklon etáže</i>	<i>35°</i>
<i>průmět etáže</i>	<i>7,4 m</i>
<i>minimální šířka etáže</i>	<i>10 m</i>
<i>míra bezpečnosti</i>	<i>1,5</i>

8.3. Generální úhel těžebních, závěrných a bočních svahů lomu a generální obrys vnější výsypky

Generální úhel těžebních a závěrných svahů lomu je vzhledem ke geotechnickým podmínkám horninového prostředí stejný. Generální úhel jámového lomu a stěnového lomu byl počítán na výškové parametry lomového svahu, které byly zastíženy průběhem linie těžebního profilu 1 – 1'. Generální úhel vnější výsypky byl počítán na výškové parametry výsypného svahu, které byly zastíženy průběhem linie těžebního profilu 2 – 2'.

Generální svah lomu (jámový lom) :

$$tg\beta = \frac{H}{L} = \frac{4 \times 5 + 3}{4 \times 10 + 4 \times 1} = \frac{43}{79} = 0,544 \Rightarrow \text{úhel } \beta = 33^\circ$$

kde β úhel generálního svahu lomu

Hcelková výška svahů lomu od paty spodního řezu po hranu vrchního řezu

Lcelková délka průmětů a plošin řezů, které tvoří svahu lomu

Generální svah lomu (stěnový lom):

$$tg\beta = \frac{H}{L} = \frac{4 \times 5 + 4}{4 \times 10 + 4 \times 1} = \frac{49}{100} = 0,49 \Rightarrow \text{úhel } \beta = 29^\circ 40'$$

kde β úhel generálního svahu lomu

Hcelková výška svahů lomu od paty spodního řezu po hranu vrchního řezu

Lcelková délka průmětů a plošin řezů, které tvoří svahu lomu

Generální obrys výsyvky :

$$tg\beta = \frac{H}{L} = \frac{(7 \times 5)}{151 + (7 \times 7,4)} = \frac{35}{203} = 0,172 \Rightarrow \text{úhel } \beta = 9^\circ 55'$$

,

kde β úhel generálního obrysu výsyvky

Hcelková výška svahů výsyvky od paty spodního řezu po hranu vrchní etáže

L celková délka průmětů a plošin výsypných etáží, které tvoří svah výsyvky

9. SANACE A REKULTIVACE

Po ukončení hornické činnosti se dalším následným využitím povrchového lomu Liběšice, k jiným účelům, neuvažuje a lom bude likvidován. Povrch lomu, vnější výsyvky i ploch určených ke skladování bentonitu, odstavných ploch pro lomovou mechanizaci, jímek důlních vod, skládek ornice a zpevněných lomových cest, bude rekultivován. Těžba bentonitu na lomu způsobí úbytek hmot, který nebude možné zcela nahradit odklízovými hmotami a to ani po započtení nakypření zemin. Z této podmínky musí vycházet způsob

návrhu sanace a rekultivace. Vzhledem ke geologickým, hydrogeologickým a geomechanickým podmínkám na území lomu a vnější výsypky i konfiguraci zachovalého terénu, nepostíženého hornickou činností, je jedinou možností, jak tento prostor rekultivovat, zavést zahloubenou část jámového lomu skryvkovými materiály až na úroveň původního terénu na kótu 270 m n. m. Svah skryvkových a těžebních řezů stěnového lomu bude vysvahován dozerem do podoby terénní vlny ve směru východ - západ, na úroveň nadmořské výšky 320 – 260 m n. m..

Vzhledem ke konečnému plánovanému průběhu těžebních front a způsobu tvarování vnější výsypky, bude technická etapa rekultivace spočívat v jednoduchých terénních úpravách prováděných dozery, případně skrejpry, s následným návozem ornice na povrch rekultivovaných pozemků (mimo pozemků určených k lesnické rekultivaci), po kterém bude provedena biologická etapa zemědělské a lesnické rekultivace. Způsob rekultivace těžbou dotčených pozemků bude předem odsouhlasen vlastníky pozemků.

Vysvahování do podoby táhlé terénní vlny se taktéž provede i při rekultivaci vnější výsypky, ale s povlovnějším sklonem, daným mírně položeným generálním svahem vnější výsypky, ve směru jih - sever na úrovni nadmořské výšky 260 - 225 m n. m..

Biologická rekultivace jámového lomu bude provedena tak, že část zavezeného prostoru bude podle původního povrchu terénu, ohraničeného vrstevnicí s nadmořskou výškou 260 m n. m., rekultivována zemědělsky na trvale travnatý porost, který je fyzicky v tomto prostoru i nyní a využívá se pro pastvu skotu a koní i když tyto pozemky jsou vedeny na Pozemkovém fondu ČR, jako plochy s ornou půdou. Pouze pozemky parcelních čísel 497/2; 502/1; 502/2; 502/5; 502/6; 502/7 a 508/1 na k. ú. Chouč budou rekultivovány na pozemky orné půdy.

Stěnový lom a vnější výsypka budou, po úpravě terénu a vysvahování svahů těchto důlních děl do plánované podoby, rekultivovány lesnicky. Zde jsou vedle pozemků s ornou půdou a lesními pozemky vedeny i pozemky vedené jako ostatní plochy a pozemky s trvale travním porostem. Lesnickou rekultivací tohoto území, tak dojde u pozemků ostatních ploch ke zvýšení ekologické hodnoty tohoto prostoru.

V prostoru stěnového lomu na plošině s kótou 275 m n. m. bude v prostoru jihozápadně od vrtu V 21 vybudován menší mokřad o rozloze 500 m² jehož břehy, budou na území o rozloze 500 m² porostlé rostlinami vhodnými pro mokřady, které budou dále od břehu nahrazeny vlhkomilnými dřevinami, jež plynule navážou na porosty lesnické rekultivace. Zároveň zde ale bude ponechán dostatečný prostor pro postupně se rozšiřující spontánní sukcesí.

Rekultivační práce budou prostorově ukončeny sanačními pracemi, které budou mít za úkol navázání rekultivovaných ploch na původní okolní terén, jakož i provedení likvidace hmotného investičního majetku, tedy pojezdových a zpevněných ploch vybudovaných pro

ukládání surovin. Dále bude provedena likvidace přípojky elektrické energie, osvětlení, jímky důlních vod a čerpací stanice důlních vod u vrtu V 21. Součástí sanací bude rovněž odvoz odpadu z demolic na řízené skládky. Pozemky budou po sanaci rekultivovány zemědělsky na trvalé travní porosty.

9.1. Přehled ploch určených k odnětí

Odnětí ze zemědělského půdního fondu (ZPF) – orná půda:

<i>k. ú. Liběšice u Želenic</i>	<i>138 853 m²</i>
<i><u>k. ú. Chouč</u></i>	<i><u>44 747 m²</u></i>
CELKEM	<u>183 600 m²</u>

Odnětí ze zemědělského půdního fondu (ZPF) – trvale travní porost:

<i>k. ú. Liběšice u Želenic</i>	<i>75 408 m²</i>
<i><u>k. ú. Chouč</u></i>	<i><u>0 m²</u></i>
CELKEM	<u>75 408 m²</u>

Odnětí z lesního půdního fondu (LPF):

<i>k. ú. Liběšice u Želenic</i>	<i>0 m²</i>
<i><u>k. ú. Chouč</u></i>	<i><u>5 769 m²</u></i>
CELKEM	<u>5 769 m²</u>

Ostatní plochy:

<i>k. ú. Liběšice u Želenic</i>	<i>60 263 m²</i>
<i><u>k. ú. Chouč</u></i>	<i><u>31 367 m²</u></i>
CELKEM	<u>91 630 m²</u>

Pozn. Plochy odnětí jsou uvedeny podle přílohy č. 8.

Tabulka č. 3 *Přehled ploch určených pro vynětí ze zemědělského půdního fondu (ZPF) a lesního půdního fondu (LPF)*

Území	orná půda	trvale travní porost	lesní pozemky	ostatní plocha	celkem
	[m ²]	[m ²]	[m]	[m ²]	[m ²]
<i>Lom</i>	98 729	0	5 769	53 712	158 210
<i>Vnější výsypka</i>	62 470	67 651	0	37 918	168 039
<i>Stavby*</i>	10 500	7 757	0	0	18 257
<i>Skládky ornice</i>	11 901	0	0	0	11 901
<i>Celkem</i>	183 600	75 408	5 769	91 630	356 407

** stavby – zpevněné a odtahové plochy, vjezd do lomu + propustek, jímky důlních vod, zpevněné cesty*

9.2. Etapa technické rekultivace

První etapa – technická část rekultivace - se bude skládat z těchto činností: vysvahování svahů povrchového lomu a vnější výsypky do plánovaného sklonu dozerem nebo skrejpry, terénní úpravy povrchu - navážky skrývkových materiálů na vyrovnaní povrchu terénu na plánované kóty, zlepšení mechanických, fyzikálních, chemických a biologických podmínek na povrchu rekultivovaného území návozem ornice, úpravou stávající nebo vytvoření nové místní mělké sítě vodotečí a drenáží. Technická rekultivace vnější výsypky bude zahrnovat rovněž vyrovnaní povrchu výsypky po slehnutí výsypkových materiálů, pokud toto slehnutí bude větší než 0,6 m od plánovaného stavu. Toto dorovnání povrchu výsypky se bude provádět zhruba po jednom roce od dokončení sypání výsypky tak, jak ukazují zkušenosti z ostatních lomů KERAMOST, a. s. Most. Dosypání povrchu výsypky se provede skrývkovými materiály – nejlépe svrchnokřídovými slínami, terciárními tufy nebo kvartérními sedimenty. Před návozem ornice bude povrch ploch určených k zemědělské rekultivaci zkyplen mělkou orbou, aby došlo k lepšímu propojení různorodých hornin. Navážení ornice se doporučuje provádět v letních měsících.

9.3. Etapa biologické rekultivace

Po ukončení etapy technické rekultivace bude provedena etapa biologická rekultivace, která bude spočívat v obnově biologických funkcí orničních vrstev. V prvních letech biologické etapy zemědělské rekultivace bude pro oživení půdy vhodné, vedle zeleného hnojení dodávat i organické hnojení – kejdou, hnojem, které přispěje ke zvýšení úrovně živin v půdě a ke zlepšení biologického života půdy. Při doplňování živin průmyslovými hnojivy se doporučuje maximální dávka 200 kg hnojiva NPK na 1 ha v poměru N : P : K = 1,5 : 2,0 : 1,0. Může být použito i superfosfátu nebo ledku amonného. Hnojení musí být přizpůsobeno chemickým rozborům půdy. Cílem hnojení je postupně vyrovnat obsah půdních živin na úroveň rostlých půd.

9.3.1. Zemědělská rekultivace

*Zemědělsky rekultivované území jámového lomu bude biologicky rekultivováno tak, že do navezené a rozhrnuté ornice budou zasety meliorační rostliny – jeteloviny, jetelo – travní směsky, luskovinoobilné směsky a ozimné směsky [hořčice bílá (*Sinapis alba*) + řepka (*Brassica napus*)], které přispějí k biologickému oživení rekultivovaných zemín a zlepší jejich strukturu. Předností je jejich rychlý růst a tvorba biomasy, která se zaoráním aplikuje do půdy, kde se organická hmota mění na potřebný humus. Další výhodou směsek je zastoupení luskovin, které pomocí hlízkových bakterií dokáží poutat atmosférický dusík, který následně rostliny využijí pro svůj růst. Vojtěška (*Medicago sativa*) vytváří mohutný kořenový systém. Dokáže tak přežít i na suchém stanovišti. Po zaorání slouží v půdě jako zelené hnojivo*

Proces zúrodnitelnosti půdy lze v podmínkách lokality pro založení trvale travních porostů, lze řešit nejlépe pětiletým melioračním agrocyklem. Na závěr agrocyklu bude vyset trvalý travní porost, druhově podobný porostu před těžbou.

Doporučený postup zemědělské rekultivace:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 0. rok pěstební péče | - doplnění potřebných biogenních prvků, orba |
| 1. rok pěstební péče | - smykování, vláčení, setí jarní směsky na zelené hnojení, sečení a rozprostření biomasy, orba, smykování, vláčení, přihnojování vápnem 10 t/ha, výsev vojtěšky na zelené hnojení, válení, sečení a rozprostření biomasy, orba |

- | | |
|-----------------------------|--|
| 2. rok pěstební péče | - smekování, vláčení, setí jarní směsky na zelené hnojení, válení, sečení a rozprostření biomasy, zaorání biomasy, smekování, vláčení, setí ozimní směsky na zelené hnojení, válení, dosetí holých míst (10 % plochy) |
| 3. rok pěstební péče | - sečení a rozprostření biomasy, orba, smekování, vláčení, setí hořčice na zelené hnojení, sečení a rozprostření biomasy, přihnojování dle rozboru živin, orba |
| 4. rok pěstební péče | - smekování, vláčení, setí vojtěšky, sečení a rozprostření biomasy, |
| 5. rok pěstební péče | - vláčení, seč vojtěšky s rozřezáním, zaorání biomasy hlubokou orbou, vláčení, výsev travní směsi pro trvalý travní porost |

U pozemků určených k zemědělské rekultivaci na ornou půdu bude proveden 0. + 1. - 4. rok pěstební péče, která je totožná s popsáním předcházejícím postupem.

9.3.2. Lesnická rekultivace

Území stěnového lomu od vrstevnice povrchu s kótou 260 m n. m. bude rekultivováno lesnický. Po urovnání a vysvahování povrchu terénu, bude ornice nasypána do vyhloubených jamek pro lesní sazenice. Před výsadbou lesních sazenic je vhodné rekultivovanou plochu osít jetelem bílým (Trifolium repens), který svým kořenovým systémem zajistí protierozní ochranu půdy, obohatí půdu o dusík a nebude zastiňovat, ani utlačovat vysázené sazenice lesních dřevin. Jako protierozní ochranu rekultivovaných půd se nejlépe osvědčuje výsadba hustého sponu 1 x 1 metr, tedy 10 000 lesních sazenic na 1 ha rekultivovaných ploch. Kvalita použitých sazenic musí odpovídat požadavkům vyhlášky č. 82/1996 Sb., o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin.

Návrh druhové skladby dřevin pro rekultivace vychází z druhové skladby přirozených společenstev na místech s podobnými přírodními podmínkami. Pro potřebu lesnické rekultivace jsou nejvhodnější druhy dřevin s velmi aktivním až aktivním půdotvorným účinkem, kombinované s běžnými druhy dřevin. Jde hlavně o tyto druhy:

dub zimní (Quercus petraea)

bříza bradavičnatá (Betula verucosa)

dub letní (*Quercus robur*)

jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*)

javor klen (*Acer pseudoplatanus*)

jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Přechodná linie mezi lesním porostem a travnatou plochou se zmírní vysázením keřů těchto druhů:

trnka obecná (*Prunus spinosa*)

ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*)

hloh obecný (*Crataegus oxyacantha*)

zimolez obecný (*Lonicera xylosteum*)

líška obecná (*Coryllus avellana*)

meruzalka alpská (*Ribes alpinus*)

Doporučený postup lesnické rekultivace:

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. rok pěstební péče | - zasetí jetele bílého, výsadba lesních sazenic, hnojení při výsadbě, nátěr proti okusu, ochrana proti hlodacům, zřízení berlí pro dravce |
| 2. rok pěstební péče | - okopávání (2x ročně), vyžínání buřeně (2x ročně), ochrana proti hlodavcům, dosadba uhynulých sazenic (20 %) |
| 3. rok pěstební péče | - přihnojení, vyžínání buřeně (2x ročně), okopávání (1x ročně), nátěr proti okusu |
| 4. rok pěstební péče | - okopávání (1x ročně), vyžínání buřeně (1x ročně), nátěr proti okusu, kontrola a obnova berlí pro dravce |
| 5. rok pěstební péče | - hnojení, vyžínání buřeně (1x ročně), nátěr proti okusu, prořezávka - tvarový řez |

V dalších letech bude nutné provádět výchovu porostu prořezávkami po dobu cca 7 let.

9.3.3. Hydrická rekultivace – mokřad

V prostoru stěnového lomu na plošině s kótou 275 m n. m. v bezprostředním okolí vrtu V 21, bude po vysvahování svahů stěnového lomu, vybudován menší mokřad o rozloze 500 m², jehož břehy budou na území o rozloze 500 m² porostlé vlhkomilným rostlinstvem. Jako ochrana před erozí bude uměle vysázen rákos obecný (*Phragmites communis*)

*v prostoru litorálního pásma břehové linie. V pásmu podmáčení pak budou vysázena společenstva vlhkomilných stromů – vrba (*Salix alba*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), osika (*Populus tremula*), bříza bradavičnatá (*Betula verucosa*). Voda se bude do mokřadu stahovat mělkými drenážemi odvodňující paty svahů rekultivovaných ploch. V prostoru břehů mokřadu a litorálního pásma bude ponechán dostatečný prostor pro postupně se rozšiřující spontánní sukcesi.*

Okolí mokřadu se postupně stane vhodným biotopem pro život obojživelníků, drobného ptactva, bezobratlých a hmyzu a podstatně obohatí místní ekosystém, protože takový se na území ložiska bentonitu, ani v jeho okolí, dnes nevyskytuje.

9.4. Vyčíslení předpokládaných nákladů na rekultivaci pozemků dotčených hornickou činností

Ceny prací souvisejících s rekultivací pozemků dotčených hornickou činností na ložisku bentonitu Liběšice vycházejí z nákladů na rekultivace, které se provádějí v KERAMOST, a. s. Most, vycházející z cenové úrovně roku 2006 a 2008.

Etapa technická rekultivace:

Celoplošné terénní úpravy do vzdálenosti 100 m v rovině – 70,- Kč/m³

10 000 m³ x 70,- Kč/m³ = 700 000,- Kč

Celoplošné terénní úpravy do vzdálenosti 100 m ve svahu – 95,- Kč/m³

70 000 m³ x 95,- Kč/m³ = 6 650 000,- Kč

Převoz ornice do 500m – 50,- Kč/m³

90 000 m³ x 50,- Kč/m³ = 4 500 000,- Kč

Etapa biologická rekultivace:

Lesnická rekultivace – 0. rok – 20 000,- Kč/ha

20 000,- Kč/ha x 15,8133 ha = 316 000,- ha

Lesnická rekultivace – 1.- 5. rok 450 000,- Kč/ha

450 000,- Kč/ha x 15,8133 ha = 7 116 000,- ha

Lesnická rekultivace – 6.- 12. rok – 130 000,- Kč/ha

130 000,- Kč/ha x 15,8133 ha = 2 056 000,- ha

Zemědělská rekultivace – orná půda – 0. rok – 20 000,- Kč/ha

20 000,- Kč/ha x 1,2348 ha = 24 700,- ha

Zemědělská rekultivace – 1.- 4. rok – 112 000,- Kč/ha

112 000,- Kč/ha x 1,2348 ha = 138 300,- ha

Zemědělská rekultivace – trvale travní porost – 0. rok – 20 000,- Kč/ha

20 000,- Kč/ha x 18,4920 ha = 370 000,- ha

Zemědělská rekultivace – 1.- 5. rok – 140 000,- Kč/ha

140 000,- Kč/ha x 18,4920 ha = 2 588 900,- ha

Hydrická rekultivace – mokřad – 200 000,- Kč

Likvidace hmotného investičního majetku – 400 000,- Kč

Celkové náklady na rekultivaci:

Technická rekultivace celkem	7 350 000,- Kč
Rozvoz ornice do 500 m	4 500 500,- Kč
Biologická rekultivace – lesnická	9 488 000,- Kč
Biologická rekultivace – zemědělská	163 000,- Kč
(orná půda)	
Biologická rekultivace – zemědělská	2 958 900,- Kč
(trvale travní porost)	
Biologická rekultivace – hydrická – mokřad	200 000,- Kč
<u>Likvidace hmotného investičního majetku</u>	<u>400 000,- Kč</u>
Rekultivace celkem	<u>25 059 900,- Kč</u>

9.5. Stanovení měrné finanční rezervy

Náklady na rekultivaci	25 059 900,- Kč
Vytěžitelné bilanční zásoby bentonitu	2 410 944 t
Měrná rezerva	<u>10,39 Kč/t</u>

Tabulka č. 4 - Přehled rekultivovaných ploch

Území	zemědělská r. (orná půda)	zemědělská r. (trvale tr. porost)	lesnická r.	mokřad	celkem
	[m ²]	[m ²]	[m]	[m ²]	[m ²]
Lom	0	0	158 133	1 006	159 139
Vnější výsypka	0	165 262	0	0	165 262
Stavby*	0	11 901	0	0	11 901
Skládky ornice	12 348	7 757	0	0	20 105
Celkem	12 348	184 920	158 133	1 006	356 407

* stavby – zpevněné a odtahové plochy, vjezd do lomu + propustek, jímky důlních vod, zpevněné cesty

10. EKONOMICKÝ A EKOLOGICKÝ PŘÍNOS NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ

Předkládaná práce „Návrh dalšího postupu těžby na ložisku bentonitu Liběšice – studie“ řeší vydobytí ložiska bentonitu povrchovým lomem a následnou rekultivaci území dotčeného předchozí hornickou činností.

Ložisko bentonitu bude těžené povrchovým lomem, což je nejehospodárnější a nejekonomičtější způsob exploatace ložiska. S výjimkou menšího množství zásob vázaných v závěrných a bočních svazích povrchového lomu, dojde k vytěžení všech bilančních zásob bentonitu pro slévárství a pro výrobu steliv.

Na ložisku bentonitu Liběšice byly geologickým průzkumem zjištěny zásoby aktivovatelného bentonitu Sabenil S 65 pro slévárství, který je schopný chemické úpravy aktivací, čímž dojde k výraznému zlepšení kvality bentonitu, což představuje je i významný ekonomický efekt v podobě odběru většího množství upraveného bentonitu, zaručujícího požadovanou kvalitu výroby odlitků ve slévárnách a tedy i větší finanční zisk pro výrobce bentonitu. Dále byly na ložisku zjištěny zásoby neaktivovatelného bentonitu B 75. Využitím tohoto bentonitu ve výrobě upravovaných bentonitů pro slévárenské účely a ve výrobě steliv hnědých barev se značně sníží náklady na těžbu, skladování, dopravu a úpravu bentonitu. Bentonit modré barvy, nacházející při bázi ložiska, je určen pro výrobu modrých steliv s řízenou granulometrií, které jsou vyhledávaným produktem v tuzemsku i

zahraničí, kam jsou exportována již téměř 20 let.

Ložisko bentonitu Liběšice tedy představuje výrazný zdroj suroviny pro výrobu upravovaných mletých bentonitů pro slévárnictví i bentonitu pro výrobu steliv v blízké úpravně bentonitu v Obrnicích.

Nevýhodou jsou na ložisku časté a místy i značně mocné polohy výklizu a poměrně malá stabilita horninového prostředí vyvinutého v tělese diatrémy. Bude nutné častěji používat selektivní těžbu, což bude nejen snižovat výkon v těžbě a produktivitu práce, ale vyžádá si i vyšší těžební náklady na provoz lomu.

Vzhledem k menší stabilitě horninového prostředí musí být, při exploataci ložiska, zachován pozvolnější generální úhel svahu lomu, daný většími šířkami jednotlivých pracovních plošin, které jsou navrhovány ve větší šíři než je běžné na nyní těžených bentonitových lomech v Rokli a na Černém Vrchu. Dojde tím k větší blokaci trvale vázaných zásob bentonitu v bočních a závěrných svazích. Tím dojde i k finančním ztrátám, protože surovinu vázanou v těchto svazích už nebude možné nikdy vytěžit a použít pro výrobu upravovaných známek bentonitu.

Pozitivně se projeví provádění homogenizace vytěžené suroviny ukládané na skládky bentonitu přímo na lomu. Homogenizace bentonitu představuje první stupeň úpravy, která se v minulosti již plně osvědčila. V dnešní době se prakticky veškerá surovina vytěžená na lomu Černý Vrch a Rokle před vlastní úpravou homogenizuje, působením vzdušného kyslíku oxiduje a rozpadá se na menší zrna, což později výrazně kladně ovlivňuje proces chemické úpravy suroviny - aktivaci.

Dobývání bentonitu na ložisku Liběšice neovlivní, klima, vodní toky, hmotný majetek, silniční síť, ani stávající inženýrské sítě. Vlivem těžby dojde dočasně, po dobu těžby, k ovlivnění místní fauny a flóry, avšak z hlediska navrhovaného způsobu sanace a rekultivace pozemků dotčených hornickou činností, dojde k obnově původního rázu lokality a ke kompenzaci nepříznivých účinků na životní prostředí a veřejné zdraví vlivem působení prováděné hornické činnosti během životnosti povrchového lomu.

Z ekonomického hlediska je velmi příznivá blízká poloha ložiska bentonitu Liběšice od úpravny Obrnice. Ložisko bentonitu bude těženo jako náhrada za nyní dotěžovaný lom Černý Vrch, který bude po skončení hornické činnosti rekultivován. Tím dojde k tomu, že v těžbě bude v okolí Obrnic jen jeden bentonitový lom, což bude mít místně pozitivní dopad na životní prostředí. V případě, že by nebyl otevřen lom Liběšice, musel by se surový bentonit do úpravny Obrnice nákladně dovážet kamiony ze vzdálených ložisek bentonitu, nacházejících se v oblasti Doupovských hor, což by bylo finančně nákladné, vzhledem k nutnému převozu zhruba 120 000t suroviny ročně, na vzdálenost 60 – 80 km.

11. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá otvirkou a těžbou ložiska bentonitu Liběšice nacházejícího se v prostoru Českého středohoří. Ložisko je situované mezi městy Most a Bílina asi 1 km od obce Liběšice u Želenic a Svinčice a asi 800 m od osady Chouč. Účelem studie je zpracování návrhu způsobu vydobytí ložiska bentonitu, které bylo geologickým průzkumem původně vyhodnoceno, jako surovina pro výrobu mletých aktivovaných a neaktivovaných bentonitů určených pro použití ve slévárenství. Nově bylo zjištěno, že tento bentonit lze použít i pro výrobu granulometricky řízených steliv. Dále studie řeší postup sanací a rekultivací těžbou dotčených pozemků po ukončení hornické činnosti na ložisku bentonitu.

Ložisková substance je tvořena bentonitem o těžitelné mocnosti 2 – 37 m. Mocnost skrývky nepřesahuje mocnost 1 - 25 m. Mocnost výklizu je 2 – 16 m, výjimečně až 26 m. Na ložisku bentonitu byly geologickým průzkum zjištěny velice komplikované úložní a příkryvné poměry. Ve všech částech ložiska byly v bentonitu ověřeny pevné xenolity, úlomky a bloky tvořené křemencem, čerstvou rulou a čedičovými horninami. Ještě hojnější jsou zde bloky slínů a slínovců, méně často jílových vápenců, kaolinizovaných rul, jílu a maarových sedimentů..

Ložisko bude těženo povrchovým lomem s kapacitou do 200 000 t/rok. Těžít se bude aktivovatelný bentonit S 65, neaktivovatelný bentonit B 75 a modrý bentonit pro výrobu steliv. Zpočátku, zhruba do poloviny svojí životnosti, bude těžba prováděna v jámovém lomu. Východní část ložiska bude dotěžována stěnovým lomem. Zde bude nutné odtěžit nebilanční střed ložiska o mocnosti 25 – 30 m s vyvinutými zásobami neaktivovatelného bentonitu B 75 prostoupenými několik metrů mocnými polohami výklizu. Celkově bude na lomu odtěženo 3 396 321 m³ odklizu a bentonitu.

Ložisko bude otevřeno vnějším zářezem, s paralelním postupem porubních front, na severozápadě ložiska poblíž vrtu LB 4, na kótě 260 m n. m. Investiční otvirkou bude odtěženo 316 464 m³ a bude uvolněno 100 000 t modrého bentonitu pro výrobu steliv.

Na lomu budou v těžbě nasazena dvě hydraulická lopatová rypadla a automobilová doprava. Jako pomocná mechanizace zde bude nasazen dozer s rozrývačem, hydraulické kladivo a nakladač.

Po ukončení hornické činnosti bude bentonitový lom z větší části rekultivován lesnický. Část rekultivací v prostoru jámového lomu bude, podle konfigurace současného terénu ohraničeného vrstevnicí 260 m n. m., rekultivováno zemědělsky na trvalý travní porost. Část pozemků mezi vrty V 10 a V 12 bude rekultivováno zemědělsky na ornou půdu. V severní části rekultivovaného lomu u vrtu V 21 bude zřízen menší mokřad.

Na ložisku byl, podle rozsahu neprojektovaného povrchového lomu a bloků zásob

bentonitu, navržen dobývací prostor s názvem Liběšice o sedmi vrcholech. Plocha navrhovaného dobývacího prostoru byla pomocí počítačového programu zjištěna na 242 095 m².

Surový bentonit bude po vytěžení ukládán na homogenizační skládky, ze kterých bude převážen do úpravny Obrnice kamiony. Zde bude upravován na mleté aktivované i neaktivované bentonity pro slévárství a pro výrobu granulometricky tříděných steliv, převážně určených pro export.